

PCT/ES 03/00584  
Rec'd PCT 12 MAY 2005  
10/534745



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



REC'D 21 JAN 2004  
WIPO PCT

# CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200202792, que tiene fecha de presentación en este Organismo el 19 de Noviembre de 2002

Madrid, 30 de Diciembre de 2003

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

CARMEN LENCE REIJA



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA

Oficina Española  
de Patentes y Marcas

# INSTANCIA DE SOLICITUD

NÚMERO DE SOLICITUD

P 20 0302792

154.44m

(1) MODALIDAD:

PATENTE DE INVENCIÓN  MODELO DE UTILIDAD

(2) TIPO DE SOLICITUD:

- ADICIÓN A LA PATENTE
- SOLICITUD DIVISIONAL
- CAMBIO DE MODALIDAD
- TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA
- PCT: ENTRADA FASE NACIONAL

(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN:

MODALIDAD

Nº SOLICITUD

FECHA SOLICITUD

(5) SOLICITANTE (S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL

Montanyà Silvestre

NOMBRE

Josep

FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M.

GENERALITAT DE CATALUNYA  
MINISTÈRI DE COMERÇ I TURISME  
DEPARTAMENT D'INDUSTRIA

(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN: CÓDIGO

Barcelona

19 NOV. 2002

08

NACIONALIDAD

Española

CÓDIGO PAÍS

ES

BNESIF

ES

CNAE

45567693

PYME

Provença, 339

08037-Barcelona

(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE:

TELÉFONO 936972388 / 699633907

FAX

CORREO ELECTRÓNICO josep\_montanya@terra

CÓDIGO POSTAL 08191

CÓDIGO PAÍS ES

CÓDIGO PAÍS ES

CÓDIGO PAÍS ES

(7) INVENTOR (ES):

APELLIDOS

NOMBRE

NACIONALIDAD

CÓDIGO

PAÍS

ES

Montanyà Silvestre

Josep

Española



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

NÚMERO DE SOLICITUD

P20 0202792

FECHA DE PRESENTACIÓN

## RESUMEN Y GRÁFICO

### RESUMEN (Máx. 150 palabras)

**Switch MEMS electrostático miniaturizado y de baja tensión.**

**Switch MEMS usado para cerrar y abrir circuitos eléctricos, o bien para otras aplicaciones típicas de MEMS tal como mover espejos, etc. bajo otra tensión de control.**

**El invento consiste en mover uno o más electrodos que estén eléctricamente aislados de los demás, mediante la aplicación de fuerzas eléctricas de distintos sentidos y direcciones, las cuales se generan a partir del voltaje aplicado a otros electrodos y las capacidades que éstos forman con los electrodos libres.**

**Los electrodos aislados pueden conectar circuitos con tensiones completamente distintas de las que se usan en los de control.**

**Puede variarse el número de placas conductoras fijas y móviles, así como las que están eléctricamente aisladas. Asimismo, las placas aisladas pueden estar mecánicamente sujetas total o parcialmente, o bien estar completamente libres.**

### GRÁFICO

(VER INFORMACIÓN)

## **Descripción**

### **Título**

Switch MEMS electrostático miniaturizado y de baja tensión.

### **5 Sector de la técnica**

El presente invento se refiere a un switch MEMS electrostático, en el que en lugar de aplicar voltage sobre el electrodo que se desea mover, se aplica sobre otros electrodos, los cuales forman capacidad con el primero. Si las áreas de los electrodos fijos son distintas, las capacidades que forman con el electrodo móvil también lo serán, y las fuerzas eléctricas que ejercerán sobre él también. De esta forma se consigue mover un electrodo que está eléctricamente aislado del circuito de control. Esto permite manipular cualquier tensión, que puede ser elevada y/o totalmente desconocida a priori, puede ser DC, RF y/o microondas. Otra ventaja del invento es que el electrodo móvil puede estar completamente libre, sin ningún punto de anclaje (aunque no es necesario). En este caso la fuerza mecánica de recuperación que se encuentra en los switchs MEMS electrostáticos desaparece, y como consecuencia el voltage de activación es mucho menor y el área necesaria también. Como consecuencia de esta baja tensión de activación, la fuerza aplicada sobre los electrodos y los campos eléctricos inducidos son mucho menores, aumentando así la vida y fiabilidad del dispositivo. También se evitan así deformaciones no deseadas y los problemas de enganche por fuerzas capilares, debido a que el gap no tiene porque ser pequeño.

### **Estado de la técnica**

Actualmente hay varias alternativas para la realización de switches MEMS. En principio pueden clasificarse según el tipo de fuerza o mecanismo de actuación que usan para mover el electrodo de contacto en:

- Electroestáticos.
- Magnéticos.
- Térmicos.
- 30 - Piezo eléctricos.

Cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. Sin embargo todos adolecen de estas dos desventajas: elevada tensión de activación y layout de superficie grande.

35 De estos dos problemas es especialmente crítico el primero, aunque están muy relacionados. En efecto, una forma de disminuir el voltage de activación es aumentando mucho su superficie. Sin embargo esta solución, además de no permitir mucha integración (ocupa mucho espacio), provoca otros problemas peores, como deformaciones no deseadas, lo que reduce mucho su vida y fiabilidad.

En los electroestáticos, otra solución para disminuir la tensión de activación es disminuir mucho el gap de profundidad y/o usar materiales especiales y/o

electrodos muy delgados, de forma que la fuerza mecánica de recuperación sea muy baja. Sin embargo esto provoca otros problemas más graves de enganchamientos, pues las fuerzas de capilaridad se hacen muy importantes, y entonces la vida y fiabilidad de estos switches es bajísima.

- 5 Estos switches tienen además problemas debido a las elevadas fuerzas de actuación que deben ejercer sobre los electrodos de contacto para poder superar el efecto de Pull-In. Esto provoca un fuerte golpe cuando el switch se cierra, provocándole un desgaste que acorta su vida y su fiabilidad.
- 10 Esta elevada fuerza se consigue mediante la aplicación de fuertes campos eléctricos, los cuales tienen otro efecto negativo en el dispositivo: la ionización de sus componentes, lo que reduce aun más su vida y fiabilidad.
- 15 Otro problema importante de los switches MEMS electrostáticos es que tienen grandes limitaciones sobre las señales que pueden circular por los electrodos de contacto. El motivo es que normalmente coinciden con al menos un electrodo de control. De esta forma, la mayoría limitan su utilidad a señales de RF o microondas, y difícilmente pueden commutar continua o potencia. Además, uno de los electrodos de control suele tener que estar a una tensión fija como tierra.
- 20 Las soluciones térmicas, magnéticas y piezo eléctricas requieren materiales y procesos de micromecanizado especiales, de forma que se hace difícil integrarlos con otros dispositivos MEMS o circuitería electrónica en un mismo integrado, aunque normalmente se puede hacer pero aumentando mucho los costes.
- 25 Además adolecen también de elevadas tensiones de activación, y los magnéticos son muy ruidosos, con lo que difícilmente puede ponerse más circuitería electrónica en el mismo chip.

### **Explicación de la invención**

El presente invento usa únicamente fuerzas electroestáticas como mecanismo de actuación.

- 30 A diferencia de los switches electrostáticos conocidos hasta la fecha, aquí no se energiza con tensión el electrodo de contacto y tampoco se mueve mediante una fuerza mecánica hecha por los electrodos de control.
- 35 Para que el invento funcione es necesario disponer de al menos 3 placas conductoras, puestas de forma que una de ellas (el electrodo de contacto) forme una capacidad con cada una de las otras. Este electrodo deberá además poderse mover (de forma totalmente libre o sola parcialmente, estando en parte sujeto y teniendo que vencer una fuerza mecánica de recuperación).
- 40 Al aplicar una diferencia de tensión entre los otros dos electrodos, tendremos un circuito que consistirá en una fuente de tensión (la diferencia de voltaje aplicado entre los dos electrodos de control) y dos condensadores en serie (el formado por un electrodo de control y el electrodo de contacto, y el formado por el electrodo de contacto y el otro electrodo de control). Cada uno de estos dos condensadores ejercerá una fuerza sobre el electrodo de contacto. Si la resultante de estas fuerzas no es nula, se conseguirá mover el electrodo de contacto.
- 45

Una ventaja de este mecanismo es que el electrodo de contacto no está sometido a ningún potencial, y por lo tanto podrá moverse hasta hacer cortocircuito con otro electrodo de contacto, el cual puede tener a priori cualquier tensión (continua, 5 potencia, etc.).

Otra ventaja es que al tener el electrodo (o electrodos) de contacto eléctricamente aislado, este no tiene porque estar mecánicamente sujeto a nada. De esta forma 10 puede anularse completamente la fuerza de recuperación mecánica, que es la responsable de requerir una tensión de activación tan elevada en los switches MEMS electroestáticos.

### **Breve descripción de los dibujos**

En los dibujos se muestran dos realizaciones concretas. En la figura 1 hay una realización con 3 placas, y en la figura 2 una realización con 4 placas.

### **15 Descripción de modos de realización**

A modo de ejemplo, pero no limitante, la forma más simple de conseguir este dispositivo es el que se indica en la figura I, donde se tienen 3 placas conductoras paralelas, siendo la de un extremo (A1) de área menor que las otras dos (A2). Las dos placas de los extremos están fijas, y la del medio puede moverse (bien de forma parcial teniendo un punto fijo y podiéndose doblar al aplicarle fuerza, con lo que está sometida a una fuerza mecánica de recuperación Fm, o bien estando totalmente libre sin ningún punto de sujeción). La fuerza eléctrica resultante Fe sobre el electrodo móvil del centro, cuando se aplica una diferencia de tensión Vcc entre los electrodos de control, será siempre más fuerte 20 en el sentido de la placa menor (pues habrá menor capacidad).

Otro modo de realización un poco más complejo, es usando 4 electrodos (de áreas A1, A2 y A3, y otra que supere a A2 y A1+A3), tal y como se muestra 30 en la figura 2. En este modo de realización, se tiene presente el hecho de que cuando el switch está cerrado, aplicando una tensión Vcc entre los electrodos de control, por el electrodo de contacto puede circular cualquier tensión, y por lo tanto podría haber tensiones que abrieran el switch cuando queremos tenerlo cerrado, o que al revés, no nos permitieran abrirlo en el momento deseado.

### **35 Aplicación industrial**

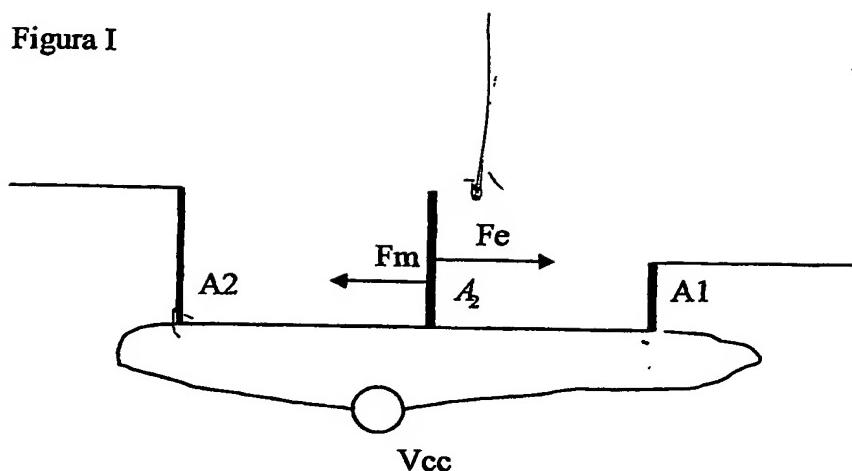
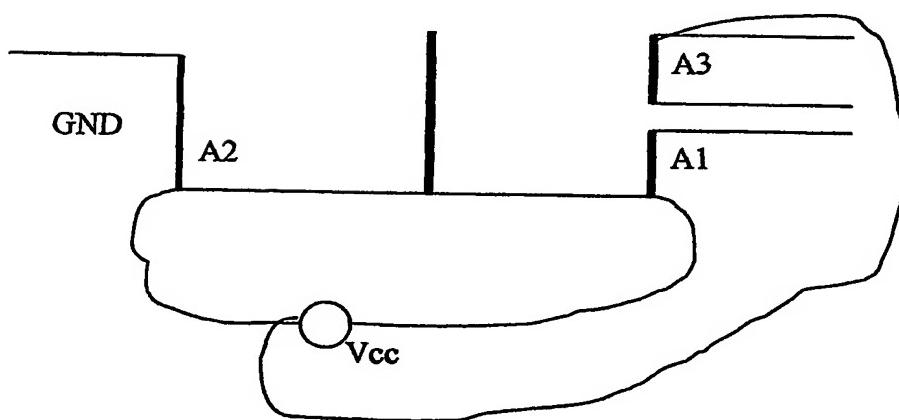
Hay muchas aplicaciones industriales de esta invención. Cualquier chip que necesite un circuito con un interruptor puede usar este dispositivo.

A modo de ejemplo se pueden hacer chips con uno o muchos relés de estado sólido en su interior. También chips con circuitería analógica programable, etc.

## **Reivindicaciones**

1. Switch MEMS electrostático caracterizado por tener los electrodos de contacto eléctricamente separados de los electrodos de control.
- 5 2. Switch MEMS electrostático caracterizado por mover el electrodo (o los electrodos) mediante fuerzas eléctricas que aparecen al aplicar tensión sobre los electrodos de control y tener varias capacidades interconectadas entre los electrodos de contacto y los de control.
- 10 3. Switch MEMS electrostático que consiste en tres placas conductoras paralelas, estando las dos de los extremos fijas, y la del medio parcialmente fija. Una de las placas fijas tiene menor área que las otras dos. Las dos placas de los extremos se conectan a una diferencia de tensión y la del medio se deja aislada eléctricamente. La placa del medio experimentará una fuerza neta hacia la placa fija más pequeña que la moverá si supera la fuerza mecánica de recuperación.
- 15 4. Switch MEMS electrostático que consiste en tres placas conductoras paralelas, estando las de los extremos fijas y siendo una de ellas de menor área que la otra, y estando la placa del medio completamente aislada, tanto mecánica como eléctricamente.
- 20 5. Switch MEMS electrostático que consiste en 4 placas conductoras paralelas, estando dos fijas en un extremo, otra fija en el otro extremo, y estando la placa del medio completamente aislada, tanto mecánica como eléctricamente.
- 25 6. Transductor MEMS caracterizado por tener varios conductores, estando unos eléctricamente conectados y otros aislados, de tal forma que los conductores aislados experimenten fuerzas debido a las capacidades que se generan entre los distintos conductores (aislados y no) y a la diferencia de potencial aplicada entre algunos conductores.
- 30 7. Sensor MEMS caracterizado por tener varios conductores, estando unos eléctricamente conectados y otros aislados, de tal forma que los conductores aislados experimenten fuerzas debido a las capacidades que se generan entre los distintos conductores (aislados y no) y a la diferencia de potencial aplicada entre algunos conductores.
- 35 8. Switch electrostático caracterizado por mover el electrodo (o los electrodos) mediante fuerzas eléctricas que aparecen al aplicar tensión sobre los electrodos de control y tener varias capacidades interconectadas entre los electrodos de contacto y los de control, siendo los electrodos elementos eléctricamente conductores.
- 40
- 45

9. Sensor electrostático caracterizado por mover el electrodo (o los electrodos) mediante fuerzas eléctricas que aparecen al aplicar tensión sobre los electrodos de control y tener varias capacidades interconectadas entre los electrodos de contacto y los de control, siendo los electrodos elementos eléctricamente conductores.
- 5
10. Transductor electrostático caracterizado por mover el electrodo (o los electrodos) mediante fuerzas eléctricas que aparecen al aplicar tensión sobre los electrodos de control y tener varias capacidades interconectadas entre los electrodos de contacto y los de control, siendo los electrodos elementos eléctricamente conductores.
- 10
11. Switch MEMS caracterizado por tener un electrodo o elemento conductor completamente libre, sin ningún tipo de sujeción mecánica y eléctricamente aislado.
- 15

**Dibujos****Figura I****Figura II**

PCT Application

**ES0300584**

